

Requested Patent: JP5275306A

Title: ALIGNER AND ALIGNING METHOD ;

Abstracted Patent: JP5275306 ;

Publication Date: 1993-10-22 ;

Inventor(s): TAKADA HIDEO; others: 01 ;

Applicant(s): HOYA CORP ;

Application Number: JP19910066453 19910329 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H01L21/027; G03B27/32; G03F7/207 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

PURPOSE: To make it possible to prevent positional shift of a projected image even if a light transmissive member having different optical path length is inserted into the objective face side of a projection optical system.

CONSTITUTION: Sum of the optical path lengths of light transmissive members 2b, 31, inserted between a projection optical system 4 and a photomask 1, is set constant at all times wherein the projection optical system 4 is set to focus the projection image of a mask pattern 1b on the photomask 1 onto a body 6 to be exposed. Consequently, when a cover glass of different thickness is inserted between the projection optical system 4 and the photomask 1, positional shift of focus image of the mask pattern 1b due to fluctuation of the thickness of the cover glass 2b can be eliminated without adjusting the optical system 4 through combination of the cover glass 2b and another light transmissive which compensates the fluctuation of thickness and making constant the sum of the optical path lengths.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-275306

(43) 公開日 平成5年(1993)10月22日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/027

G 0 3 B 27/32

F 9017-2K

G 0 3 F 7/207

H 7818-2H

7352-4M

H 0 1 L 21/30

3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-66453

(22) 出願日 平成3年(1991)3月29日

(71) 出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72) 発明者 高田 秀夫

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー

ヤ株式会社内

(72) 発明者 松田 恒雄

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー

ヤ株式会社内

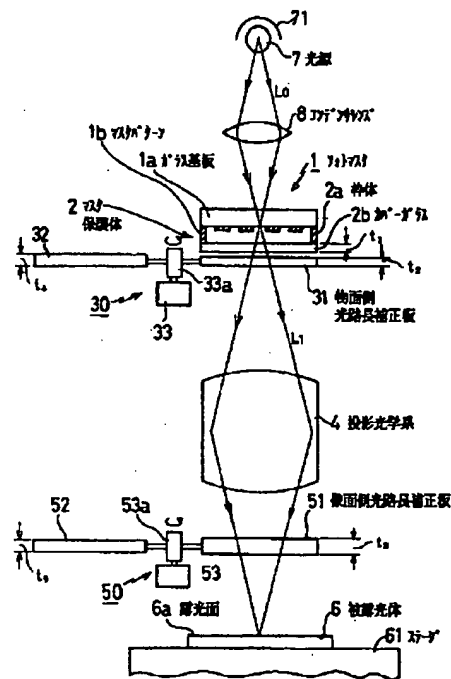
(74) 代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 露光方法及び露光装置

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、投影光学系の物面側に異なる光路長の透光性部材を挿入しても投影像の位置ずれ等の防止が可能な露光方法及び露光装置を提供する。

【構成】 この発明は、投影光学系4とフォトマスク1との間に挿入される透光性部材2b、31の光路長の和が常に一定になるようにし、この場合に投影光学系4がフォトマスク1のマスクパターン1bの投影像を被露光体6上に結像するように設定したものであり、これにより、例えば、投影光学系4とフォトマスク1との間に種々の厚さのカバーガラス2bを挿入する場合に、このカバーガラス2bの厚さの変動を保障して光路長の和が一定になるような他の透光性部材31を組み合わせることにより、光学系4を調整することなく、カバーガラス2bの厚さの変動等によるマスクパターン1bの結像位置ずれを防止したものである。



一実施例の装置の構成を示す図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトマスクのマスクパターンの投影像を投影光学系によって被露光体上に結像させて露光を行う露光方法において、

前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入される透光性部材の光路長の和が常に一定になるようにし、この場合に前記投影光学系が前記フォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に結像するように設定したことを特徴とする露光方法。

【請求項2】 請求項1に記載の露光方法において、前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入される可能性のある透光性部材のうちの最大の光路長を有するものがこれらの間に挿入された場合を想定し、この場合に前記投影光学系が前記フォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に結像するように設定しておき、露光の際に前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入された透光性部材が前記想定した最大の光路長に満たないときは、その不足分の光路長を補う光路長を有する光路長補正用透光性部材を前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入することにより、前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入される透光性部材の光路長の和が一定になるようにしたことを特徴とした露光方法。

【請求項3】 請求項1に記載の露光方法において、投影光学系として等倍投影光学系を用いた場合であって前記フォトマスクと投影光学系との間に透光性部材が挿入されたとき、この透光性部材と同じ光路長を有する透光性部材を前記等倍投影光学系と被露光体との間に挿入するようにしたことを特徴とする露光方法。

【請求項4】 請求項2に記載の露光方法を実施する露光装置であって、

光源と、
この光源から出射された光を集光する照明光学系と、
この照明光学系の集光部に配置されたフォトマスクと、
このフォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に結像させる投影光学系とを有し、

前記投影光学系として、前記フォトマスクとこの投影光学系との間に挿入される可能性のある透光性部材のうちの最大の光路長を有するものがこれらの間に挿入された場合に前記フォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に結像させるように設定されたものを用い、
露光の際に前記フォトマスクと投影光学系との間に挿入された透光性部材が前記想定した最大の光路長に満たないときに、その不足分の光路長を補う光路長を有する光路長補正用透光性部材を前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入する光路長補正装置を備えた露光装置。

【請求項5】 請求項3に記載の露光方法を実施する露光装置であって、

光源と、
この光源から出射された光を集光するコンデンサ装置と、

このコンデンサ装置の集光部に配置されたフォトマスクと、

このフォトマスクのマスクパターンの等倍の投影像を被露光体上に結像させる等倍投影光学系と、

前記フォトマスクと等倍投影光学系との間に挿入される可能性のある透光性部材のうちの最大の光路長を有するものがこれらの間に挿入された場合を想定し、露光の際に前記フォトマスクと等倍投影光学系との間に挿入された透光性部材が前記想定した最大の光路長に満たないときは、その不足分の光路長を補う光路長を有する光路長補正用透光性部材を前記フォトマスクと等倍投影光学系との間に挿入して、常に前記フォトマスクと等倍投影光学系との間に挿入される透光性部材の光路長の和が一定になるようにする第1の光路長補正装置と、

前記フォトマスクと等倍光学系との間に挿入された透光性部材の光路長の和に等しい光路長の透光性部材を前記等倍投影光学系と被露光体との間に挿入する第2の光路長補正装置とを有する露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、フォトマスクを用いてレジスト膜が形成された半導体ウエハ等に微細パターンの転写を行う露光方法及び露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、IC等の製造時においては、レジストが形成されたシリコンウエハ等に回路パターンの転写をするための露光を行うが、この露光には、フォトマスクのマスクパターンの投影像を投影光学系によって被露光体上に結像させる方法が用いられる。

【0003】 この露光方法において、フォトマスクのマスクパターンに直接塵埃等の異物が付着すると、この塵埃のパターンも露光されて製品の歩留まりを悪化させるおそれがあるので、これを防止するためのマスク保護体が用いられる。

【0004】 このマスク保護体は、枠体の一方の開口部を透光性部材で覆ったもので、透光性部材で覆われていない他方の開口部をフォトマスクのマスクパターンが形成された主表面に向けて枠体の端部をフォトマスクに接着し、これにより、フォトマスクのマスクパターンがマスク保護体とフォトマスクとで形成された閉じた空間内に配置されるようにして、塵埃等の異物が直接マスクパターンに付着しないようにしたものである。なお、このマスク保護体としては、透光性部材に有機膜を用いた、いわゆるベリクルが一般的であるが、透光性部材としてガラス板（カバーガラス）を用いたものも知られている（例えば、特開昭59-191039号公報、米国特許第4063812号明細書参照）。このガラス板を用いたマスク保護体は、特に、大型のフォトマスクの場合に、ベリクルではしわが生じて平坦な膜を形成できないので、そのような場合にベリクルの代わりに用いられるが、その外の場合

にも、ベリクルに比較して耐久性に富むと共に、取扱も比較的容易であることから、これらの点を重視するような場合に用いられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のベリクルの場合は、その膜厚が0.9～3 μ m程度であるから、その屈折率を1.5程度としても、このベリクルを仮に1 μ m程度の分解能の微細パターンを露光する光学系の光路中に介在させても、このベリクルの有無による結像位置のずれ等が問題になることはなかった。

【0006】ところが、上述のガラス板を用いたマスク保護体の場合には、ガラス板の厚さが1～数mm程度になるため、このガラス板の有無による結像位置のずれ等が問題になることがわかった。すなわち、例えば、マスクパターンの投影像を等倍投影光学系によって被露光体上に結像させる場合に、フォトマスクに厚さ1mmの石英ガラス板を用いたマスク保護体を取り付けると、このマスク保護体を取り付けない場合に比較して約0.3mmも結像位置がずれることがわかった。このため、このような場合には、等倍投影光学系の物面位置や像面位置を再調整して結像位置を合わせる必要がある。しかし、光学系自体が高精度の複雑な機構を有し、かつ、光学系の物面や像面にはそれぞれマスクやウエハの自動若脱・搬送機構等が配置されていることから、光学系の物面位置や像面位置を短時間で正確に変更することは極めて困難である。

【0007】また、特に、高解像度の露光を行う場合においては、等倍光学系の物面側に上述のように、マスク保護体の厚いガラス板が挿入された場合、仮に、これによる結像位置のずれを再調整したとしても、このガラス板中を通過する投影光に光路差が生じているからこれによる球面収差が問題となる。

【0008】本発明は、上述の背景のもとでなされたものであり、その第1の目的は、物面側に透光性部材を挿入しても投影光学系の調整をすることなく投影像の結像位置ずれを防止できる方法を提供することであり、第2の目的は、等倍投影光学系を用いた場合に、物面側に透光性部材を挿入しても投影光学系の調整をすることなく投影像の結像位置ずれと球面収差の生ずるのを防止できる方法を提供することであり、第3の目的はこれらの方法を実施する露光装置を提供することを目的としたものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明は、(1) フォトマスクのマスクパターンの投影像を投影光学系によって被露光体上に結像させて露光を行う露光方法において、前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入される透光性部材の光路長の和が常に一定になるようにし、この場合に前記投影光学系が前記フォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上

に結像するように設定したことを特徴とする構成とし、また、構成1の方法の態様として、(2) 構成1に記載の露光方法において、前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入される可能性のある透光性部材のうちの最大の光路長を有するものがこれらの間に挿入された場合を想定し、この場合に前記投影光学系が前記フォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に結像するように設定しておき、露光の際に前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入された透光性部材が前記想定した最大の光路長に満たないときは、その不足分の光路長を補う光路長を有する光路長補正用透光性部材を前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入するようにしたことを特徴とした構成とし、また、用いる投影光学系が等倍光学系である場合の態様として、(3) 構成1に記載の露光方法において、前記投影光学系として、等倍投影光学系を用いた場合であって、前記フォトマスクと投影光学系との間に透光性部材が挿入されたとき、この透光性部材と同じ光路長を有する透光性部材を前記等倍投影光学系と被露光体との間に挿入するようにしたことを特徴とする構成とし、さらに、構成2の方法を実施する装置として、(4) 構成2に記載の露光方法を実施する露光装置であって、光源と、この光源から出射された光を集光する照明光学系と、この照明光学系の集光部に配置されたフォトマスクと、このフォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に結像させる投影光学系とを有し、前記投影光学系として、前記フォトマスクとこの投影光学系との間に挿入される可能性のある透光性部材のうちの最大の光路長を有するものがこれらの間に挿入された場合に前記フォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に結像させるように設定されたものを用い、露光の際に前記フォトマスクと投影光学系との間に挿入された透光性部材が前記想定した最大の光路長に満たないときに、その不足分の光路長を補う光路長を有する光路長補正用透光性部材を前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入する光路長補正装置を備えた構成とし、さらに、構成3の露光方法を実施する装置として、(5) 構成3に記載の露光方法を実施する露光装置であって、光源と、この光源から出射された光を集光するコンデンサ装置と、このコンデンサ装置の集光部に配置されたフォトマスクと、このフォトマスクのマスクパターンの等倍の投影像を被露光体上に結像させる等倍投影光学系と、前記フォトマスクと投影光学系との間に透光性部材が挿入されたとき、この透光性部材と同じ光路長を有する透光性部材を前記等倍投影光学系と被露光体との間に挿入する光路長補正装置とを有する構成としたものである。

【0010】

【作用】上述の構成1によれば、投影光学系とフォトマスクとの間に挿入される透光性部材の光路長の和が常に一定になるようにし、この場合に前記投影光学系が前記フォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に

結像するように設定してあるから、例えば、投影光学系とフォトマスクとの間に種々の厚さのカバーガラス等の透光性部材を挿入する場合に、このカバーガラスの厚さの変動を保障して一定の光路長となるような他の透光性部材を組み合わせこれらを前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入するようにすることにより、投影光学系を調整することなく、カバーガラスの厚さの変動によるマスクパターンの結像位置ずれが生ずるのを防止できる。

【0011】また、構成2によれば、必要な範囲のカバーガラス等の厚さの変動に対応させることができる。

【0012】また、構成3によれば、投影光学系として、等倍投影光学系を用いた場合に、フォトマスクと等倍投影露光装置との間（物面側）に挿入された透光性部材の光路長と同じ光路長の透光性部材が等倍投影露光装置と被露光体との間（像面側）に挿入されるから、物面側に透光性部材が挿入されたことによる影響が像面側に挿入された透光性部材によって相殺される。これにより、結像位置のずれや、球面収差が生ずるのを効果的に防止できる。

【0013】また、構成4及び5によれば、上述の構成2及び3の露光方法を実施する装置を得ることができる。

【0014】

【実施例】図1は本発明の一実施例にかかる露光方法を実施する露光装置の構成を示す図である。以下、図1を参照しながら本発明の一実施例を詳述する。なお、この一実施例は、投影露光装置として等倍の投影露光装置を用い、物面側に挿入された透光性部材と同一の光路長を有する透光性部材を像面側に挿入することにより、カバーガラス等の透光性部材挿入による結像位置ずれや球面収差等が生ずることを防止する場合の例である。

【0015】図1において、符号1はフォトマスク、符号1aはガラス基板、符号1bはマスクパターン、符号2はマスク保護体、符号2aは枠体、符号2bはカバーガラス、符号31は物面側光路長補正板、符号4は投影光学系、符号51は像面側光路長補正板、符号6は被露光体、符号6aは露光面（結像面）、符号7は光源、符号8はコンデンサレンズ、符号30は物面側光路長補正装置、符号50は像面側光路長補正装置である。なお、カバーガラス2b、物面側光路長補正板31及び像面側光路長補正板51は本発明における透光性部材を構成する。

【0016】図1において、この装置は、フォトマスク1のマスクパターン1bの投影像を投影光学系4によって被露光体6の露光面6aに結像させて露光を行うものである。

【0017】フォトマスク1は6×6インチ角で厚さ0.15インチの石英ガラス基板1aの一方の主表面、すなわち、図中下側面にクロム膜等の遮光膜で形成され

たマスクパターン1bを形成したものである。

【0018】このフォトマスク1のマスクパターン1bが形成された面にはマスク保護体2が取り付けられている。このマスク保護体2は、アルミ等で円筒状に形成された枠体2aの一方の開口部（図中下側開口部）をカバーガラス2bで覆ったもので、カバーガラス2bで覆われていない他方の開口部をフォトマスク1のマスクパターン1bが形成された主表面に向けて枠体2aの端部をフォトマスクに接合し、これにより、フォトマスク1のマスクパターン1bがマスク保護体2とフォトマスク1のガラス基板1aとで形成された閉じた空間内に配置されるようにして、塵埃等の異物が直接マスクパターン1bに付着しないようにしたものである。なお、カバーガラス2bは、厚さ $t_1 = 0.1$ インチの石英板（屈折率 $n = 1.4585$ ）である。

【0019】このカバーガラス2bの前面側、すなわち、図中下方側には、物面側光路長補正装置30に取り付けられた物面側光路長補正板31が配置されるようになっている。物面側光路長補正装置30は、回転駆動装置33の回転軸33aに複数の物面側光路長補正板を取り付けたもので、回転軸33aを回転することにより、所望の光路長を有する物面側光路長補正板をカバーガラス2bの前面側に配置するものである。なお、図においては、この物面側光路長補正装置30に取り付けられた複数の物面側光路長補正板のうちの2枚の物面側光路長補正板31、32のみを示してある。また、これら物面側光路長補正板（31、32）は、カバーガラス2bと同じ石英板で構成してある。物面側光路長補正板31の厚さ $t_2 = 0.1$ インチである。また、物面側光路長補正板32の厚さ t_4 は、用いるカバーガラスのうち最も厚いカバーガラスの厚さ以上に設定される。そして、この物面側光路長補正板32を物面側に挿入するのは、カバーガラス2bが内場合の時である。後述するように、投影光学系4は、物面側にこの厚さの透光性部材が挿入された状態で焦点位置等の調整がなされる。

【0020】一方、フォトマスク1のマスク保護体2が取り付けられた側と反対側、すなわち、図中上方側には、コンデンサレンズ8、光源7及び反射鏡71が順次配置されている。これにより、光源7から出射した光 L はコンデンサレンズ8によって集光されてフォトマスク1に入射し、マスクパターン1bを通過して投影光 L_1 となってカバーガラス2b及び物面側光路長補正板31を通過して投影光学系4に入射する。なお、光源7としては、例えば、波長365 nmのi線や、波長248 nmのKrF線の出射できるランプ等が用いられる。

【0021】投影光学系4は、この投影光 L_1 を入射して被露光体6の露光面6aにマスクパターン1bの等倍の投影像を結像させる等倍の投影光学系である。なお、実際には反射光学系で構成される例が多いが、図では、模式的に表している。

【0022】この投影光学系4と被露光体6との間には、像面側光路長補正装置50に取り付けられた像面側光路長補正板51が配置されるようになっている。像面側光路長補正装置50は、回転駆動装置53の回転軸53aに複数の像面側光路長補正板を取り付けたもので、回転軸53aを回転することにより、所望の光路長を有する像面側光路長補正板を投影光学系4と被露光体6との間に挿入するものである。なお、図においては、この像面側光路長補正装置50に取り付けられた複数の像面側光路長補正板のうちの2枚の像面側光路長補正板51、52のみを示してある。また、これら像面側光路長補正板(51、52)もカバーガラス2bと同じ石英板で構成してある。像面側光路長補正板51の厚さは0.20インチである。なお、物面側に挿入される透光性部材のトータルの光路長が変わらないかぎり、この像面側光路長補正板51を変える必要はない。この実施例では、物面側の光路長を変更し、投影光学系を再調整した場合に、像面側ではこれにただちに対応できるようにしたものである。

【0023】なお、投影光学系の焦点位置は、物面側及*

$$\{n_3 - 1\} / n_3 \cdot t_2 = \{n_1 - 1\} / n_1 \cdot t_1 + \{n_2 - 1\} / n_2 \cdot t_2$$

ただし、

n_1 ; カバーガラス2bの屈折率

n_2 ; 物面側光路長補正板31の屈折率

n_3 ; 像面側光路長補正板51の屈折率

とする。

【0027】これによれば、フォトマスク1を交換したときに、フォトマスク1に取り付けられたマスク保護体2のカバーガラス2bの厚さが交換前と変わった場合においても、常に、物面側に挿入された透光性部材の光路長と同じ光路長の透光性部材が像面側に挿入されるから、物面側に透光性部材が挿入されたことによる影響を像面側に挿入された透光性部材によって相殺できる。これにより、結像位置のずれや、球面収差が生ずるのを効果的に防止できる。

【0028】なお、上述の一実施例では、像面側に挿入される光路長補正板の厚さも可変できるようにして、多数の組み合わせが可能にしたが、必ずしもこのようにする必要はなく、カバーガラス2bの厚さ t_1 と物面側光路長補正板31の厚さ t_2 との和が常に一定になるようにすれば、像面側に挿入する像面側光路長補正板51はこれと同じ一定の厚さのものを用いればよく、これを交換する必要はなくなる。

【0029】また、カバーガラス2b、物面側光路長補正板31及び像面側光路長補正板51として互いに屈折率が異なるものを用いた場合には、互いの屈折率差を加味して光路長を計算し、カバーガラス2bと物面側光路長補正板31との光路長の和が像面側光路長補正板51の光路長に等しくなるようにすればよい。

*び像面側共に、挿入されたカバーガラス2b等による焦点位置変動分(約2.0mm)を予め見込んだ調整がなされている。

【0024】被露光体6は、表面にレジストが塗布された直径6インチのウエハであり、位置調整が可能なステージ61上に配置され、マスクパターン1bの投影像の結像位置に露光面6aを一致させることができるようになっている。

【0025】さて、この一実施例の方法は、上述のカバーガラス2bの厚さを t_1 、物面側光路長補正板31の厚さを t_2 とそれぞれしたとき、像面側光路長補正板51の厚さ t_3 を、常に $t_3 = t_1 + t_2$ が成立するように設定するものである。このような設定は、カバーガラス2bの厚さに応じて物面側光路長補正装置30と像面側光路長補正装置50とにおいてそれぞれの補正板を適宜選定し、組み合わせることにより容易に実現することができる。なお、一実施例では透光性部材の材質を全て同じとしたが、これらが異なるときは、次の式が成立するように、各厚さを設定する。

【0026】

【0030】さらに、上述の一実施例では、投影光学系として等倍の投影光学系を用いた場合において、像面側にも透光性部材を挿入することによって、結像位置ずれ防止の外に球面収差が生ずるのも防止できる場合の例を挙げたが、球面収差が問題にならない場合においては、以下のようにすることにより、像面側に挿入する透光性部材を省略することができる。

【0031】すなわち、物面側に挿入される可能性のある透光性部材のうちの最大の光路長を有するものがこれらの間に挿入された場合を想定し、この場合に投影光学系がマスクパターンの投影像を被露光体上に結像するように設定しておく。そして、露光の際に物面側に挿入された透光性部材が上述の想定した最大の光路長に満たないときは、その不足分の光路長を補う光路長を有する光路長補正板を物面側に挿入する。これにより、カバーガラスの厚さが変わっても結像位置がずれないように維持できる。なお、この場合には、投影光学系としては、必ずしも等倍の投影光学系である必要はなく、縮小投影光学系であってもよい。

【0032】

【発明の効果】以上、詳述したように、本発明は、投影光学系とフォトマスクとの間に挿入される透光性部材の光路長の和が常に一定になるようにし、この場合に投影光学系がフォトマスクのマスクパターンの投影像を被露光体上に結像するように設定してあるから、例えば、投影光学系とフォトマスクとの間に種々の厚さのカバーガラス等の透光性部材を挿入する場合に、このカバーガラスの厚さの変動を保障して光路長の和が一定になるよう

な他の透光性部材を組み合わせることで前記投影光学系とフォトマスクとの間に挿入するようにすることにより、投影光学系を調整することなく、カバーガラスの厚さの変動等によるマスクパターンの結像位置ずれが生ずるのを防止できる。

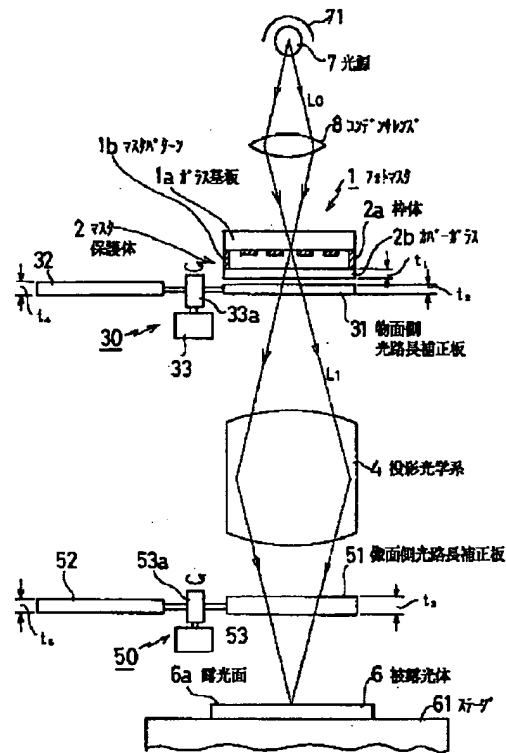
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の露光方法を実施する装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

1…フォトマスク、1a…ガラス基板、1b…マスクパターン、2…マスク保護体、2a…枠体、2b…カバーガラス、3…物面側光路長補正板、4…投影光学系、5…像面側光路長補正板、6…被露光体、6a…露光面（結像面）、7…光源、8…コンデサレンズ、30…物面側光路長補正装置、50…像面側光路長補正装置である

【図1】



一実施例の装置の構成を示す図